

Verfahren zur Erhöhung der Spontanität von  
Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Spontanität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe eines Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 Die immer steigenden Anforderungen an die Funktionalität der Automatgetriebe durch die Forderung nach mehr Spontanität, die immer größer werdende Anzahl der zu schaltenden Gänge, die verbrauchsoptimierte Auslegung der Automatgetriebe mit größeren Fahranteilen in den hohen Gängen so-  
15 wie die große Anzahl der auszuführenden Rückschaltungen beim Abbremsen des Fahrzeugs bis zum Stillstand führen dazu, dass Gänge eines Automatgetriebes immer schneller und häufiger hintereinander geschaltet werden sollen.

20 Bei Automatgetrieben, welche einen Wandler umfassen können, bei denen Schaltungen mittels einer Überschneidungsschaltung von zwei Kupplungen bzw. Schaltelementen ausgeführt werden, muss, wenn eine Schaltung angefordert wird, eine Kupplung hydraulisch abgeschaltet werden und  
25 eine andere Kupplung hydraulisch zugeschaltet werden, wobei hier Totzeiten und Verzögerungen entstehen, die als unangenehm empfunden werden.

30 Zudem tritt bei Rückschaltungen im Schubbetrieb eine Verzögerung des Fahrzeugs ein, welche durch den zusätzlichen Bedarf an kinetischer Energie zum Beschleunigen der rotatorischen Massen von Motor und Getriebe während der Übersetzungsänderung verursacht wird.

Im Rahmen der DE 199 55 987 A1 der Anmelderin wird vorgeschlagen, zur Erhöhung der Spontaneität bei Schaltungen den Motor des Fahrzeugs während des Übergangs von einer kleineren zu einer größeren Übersetzung, d.h. bei einer  
5 Rückschaltung, im Schubbetrieb geregelt zu befeuern; auf diese Weise kann die benötigte Beschleunigungsenergie für die rotatorischen Massen durch den Motor selbst aufgebracht werden.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ausgehend von dem genannten Stand der Technik, ein Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe anzugeben, welches die Reaktionszeiten der Schaltungen, insbesondere im  
15 Schubbetrieb und im Teillastbetrieb, erheblich verkürzt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Varianten gehen aus den Unteransprüchen hervor.

20 Demnach wird vorgeschlagen, zur Erhöhung der Spontaneität einer Überschneidungsschaltung in einem Automatgetriebe, mit dem Schaltbefehl bzw. unmittelbar danach, eine Motorbefeuerung durch die Getriebesteuerung vor-  
25 zugeben, durch die ein Aufreißen der abschaltenden Kupplung bzw. des Schaltelementes oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten (Turbinendrehzahl) oder eine Kombination beider Maßnahmen erzielt wird, obwohl der Druckabbau der abschaltenden Kupplung noch nicht soweit fortgeschritten ist, dass  
30 die Kupplung öffnen würde bzw. den Drehzahlgradienten zulassen würde.

Hierbei kann die zusätzliche Motorbefeuerung sowohl über die Vorgabe einer einzustellenden Solldrehzahl als auch über die Vorgabe eines einzustellenden Sollmotormoments durch die Getriebebesteuerung erfolgen.

5

Gemäß der Erfindung ist diese Vorgehensweise jeweils bis zur maximal erreichbaren Volllastkurve anwendbar; es kann jedoch auch nur ein Teil des zur Verfügung stehenden Überschusspotentials genutzt werden, wobei dies von dem Grad der zu erreichenden Spontaneitätserhöhung abhängt. Die Vorgabe kann auch durch Softwareteile außerhalb der Getriebebesteuerung, die jedoch über Kommunikationsschnittstellen mit der Schaltablaufsoftware direkt kommunizieren, ausgegeben werden.

10

15

Durch die erfindungsgemäße Konzeption ergibt sich sowohl eine Verbesserung der Reaktionszeit bei der Schaltung als auch eine Erhöhung des Drehzahlgradienten während der Schaltung, was zu einer Verkürzung der Schleifzeit und damit insgesamt der Schaltung führt. Dies führt demnach für den Fahrer zu einer direkteren Reaktion auf seinen Fahrerwunsch und insgesamt im Zusammenspiel mit der verkürzten Schaltung zu einem spontaneren und sportlicheren Eindruck des Fahrzeugs. Eine geringe Mehrbelastung der Schaltelemente wird bewusst in Kauf genommen, um eine Erhöhung der Spontaneität zu erreichen.

20

25

30

Das Öffnen des Schaltelementes, welches die Drehzahl auf der alten Synchroendrehzahl hält, wird hierbei zur Absicherung einer ungewollten Übertragung der durch die Getriebebesteuerung zusätzlichen angeforderten Motorbefeuerung auf den Abtrieb überwacht, wobei, wenn eine ungewollte Übertragung stattfindet, die Motorbefeuerung unterbrochen wird.

Dazu muss das Öffnen dieser Kupplung bzw. des Schaltele-  
mentes bis zu einer definierten Zeit nach Start der zusätzli-  
chen Motorbefeuerung erfolgen und sich auch anschließend  
ein entsprechender Drehzahlgradient in Richtung neue Syn-  
chrongdrehzahl einstellen. Dies kann auch durch die Beobach-  
5 tung einer sich stetig und in einem bestimmten Maße redu-  
zierender Differenzdrehzahl zur neuen Synchrongdrehzahl ab-  
gesichert werden. Außerdem darf gemäß der Erfindung die  
zusätzliche Motorbefeuerung durch die Getriebesteuerung,  
10 wenn nicht eine weitere Schaltung ausgelöst wird, nicht  
über eine bestimmte Dauer über das Erreichen der neuen Syn-  
chrongdrehzahl hinaus anstehen.

Gemäß der Erfindung kann über unterschiedliche Bildung  
15 der Momentensignale für die Bestandteile des Schaltablaufs  
auf die richtige Ausführung der zusätzlichen Motorbefeue-  
rung reagiert werden. So kann, wenn die tatsächlich ausge-  
führte zusätzliche Motorbefeuerung auf die Momentenein-  
ganggröße für die zu schaltende Kupplung bzw. das zu  
20 schaltende Schaltelement übermittelt wird, die zu schalten-  
de Kupplung auf eine aus bestimmten Gründen eventuelle  
nicht ausgeführte zusätzliche Motorbefeuerung reagieren und  
das Erreichen der Synchrongdrehzahl durch eine Druckerhöhung  
unterstützen.

25 Für die abschaltende Kupplung wird erfindungsgemäß die  
tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuerung nicht  
übermittelt bzw. es wird nur auf die der Laststellung des  
Fahrers entsprechende Momentengröße zugegriffen, da sonst  
30 der Gewinn durch die zusätzliche Motorbefeuerung durch eine  
Druckreaktion an der abschaltenden Kupplung wieder redu-  
ziert wird.

Im Rahmen weiterer Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich weitere Steigerungsmöglichkeiten für die Spontaneität aus der Kombination von Maßnahmen, wie beispielsweise zusätzliche Motorbefeuerung, Druckabsenkung bei der abschaltenden Kupplung und Druckerhöhung bei der zuschaltenden Kupplung mit entsprechenden Auswirkungen auf Beschleunigungsverläufe und Komfortverhalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb/nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß/der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß einer/Variante der vorliegenden Erfindung und

Fig. 4 ein Diagramm des Verläufe der Drehzahlen und der Drücke bei einer Rückschaltung im Teillastbetrieb gemäß einer/weiteren Variante der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 entspricht Kurve A dem Verlauf des Schaltsignals, d. h., zum Zeitpunkt  $t_0$  wird die Schaltung (Rückschaltung) eingeleitet; Kurve B entspricht dem aktuellen Motormoment und Kurve C entspricht der Getriebeeingangsdrehzahl (Turbinendrehzahl  $n_t$ ). Ferner wird durch die Kurve D der Verlauf der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs dargestellt; nach der Rückschaltung wird die Beschleunigung erhöht. Die Druckverläufe der abschaltenden Kupplung bzw. des abschaltenden Schaltelementes und des zuschaltenden Schaltelementes werden durch die Kurven E bzw. F wiedergegeben. Gemäß Fig. 1 wird der Druck der zuschaltenden Kupplung während der Schaltung anfangs zum Zweck der Schnellbefüllung sprungartig angehoben; anschließend folgt ein Absenken auf den Füllausgleichsdruck; gefolgt von einem rampenförmigen Duckanstieg ("Schließrampe"), auch über den Synchronpunkt  $t_1$  hinaus.

Aus Fig. 1 geht hervor, dass die Schaltung ohne die erfindungsgemäße Motorbefeuerung zum Zeitpunkt  $t_1$  durch die Momentenübernahme der zuschaltenden Kupplung den Synchronpunkt erreicht. Gemäß der Erfindung kann die Schaltzeit signifikant verkürzt werden, indem eine Motorbefeuerung durch die Getriebebesteuerung vorgegeben wird, so dass ein Aufreißen der Kupplung bzw. des Schaltelementes oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten oder eine Kombination beider Maßnahmen erzielt wird.

Dies wird in Fig. 2 verdeutlicht: Das Motormoment wird unmittelbar nach dem Schaltbefehl für eine definierte Zeit bzw. Differenzdrehzahl oder für eine definierte Zeit vor Erreichen des neuen Synchronpunktes erhöht. Dies resultiert in einem schnelleren Öffnen des abschaltenden Schaltelementes und somit zu einer Verbesserung der Schaltzeit und zu

einer Verkürzung der Reaktionszeit, wie aus Fig. 2 und auch aus dem Vergleich zwischen Fig. 1 und 2 ersichtlich. Die Motorbefeuerung kann auch über die Vorgabe einer einzustellenden Solldrehzahl erfolgen. Zudem ist in den Fig. 1 und 2  
5 eine anschließende Motormomentreduzierung zum Synchronisieren der Schaltung dargestellt.

Durch die erfindungsgemäße Motorbefeuerung wird auch eine Erhöhung des Drehzahlgradienten erzielt; dies wird aus  
10 dem Vergleich der Kurven C und C' verdeutlicht, wobei die Kurve C' den Drehzahlverlauf mit Motorbefeuerung darstellt. Wie aus Fig. 2 ersichtlich, erfolgt die Reaktion der Getriebeeingangsdrehzahl  $n_t$  im Vergleich zum Stand der Technik erheblich früher; zudem wird die Synchrondrehzahl früher erreicht, so dass sich Reaktions- und Schaltzeit, wie  
15 in Fig. 2 entsprechend beschriftet, verkürzen.

Gemäß der Erfindung kann, wenn die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuerung auf die Momenteneingangsgroße für die zu schaltende Kupplung übermittelt wird,  
20 die zuschaltende Kupplung auf eine auch aus bestimmten Gründen eventuell nicht ausgeführte zusätzliche Motorbefeuerung reagieren und das Erreichen der Synchrondrehzahl durch eine Druckerhöhung zusätzlich unterstützen. Dies wird  
25 durch die Kurve F' in Fig. 2 veranschaulicht. Der sich hierdurch einstellende Verlauf der Getriebeeingangsdrehzahl  $n_t$  ist mit C'' bezeichnet. Bei diesem Verlauf ergibt sich eine Verbesserung der Spontaneität nur durch die erzielte Verkürzung der Schaltzeit infolge des steilen Drehzahlgradienten.  
30

Gemäß der Erfindung kann neben der Motorbefeuerung eine Druckunterstützung des abschaltenden Schaltelementes

erfolgen, wie am Beispiel der Fig. 3 gezeigt (Kurve E').  
Hierbei wird der Druck am abschaltenden Schaltelement ge-  
senkt, so dass das Öffnen desselben beschleunigt wird. Dies  
resultiert auch in einer Verkürzung der Reaktionszeit und  
5 der Schaltzeit, wie es aus dem Verlauf der Turbinendreh-  
zahl C'' ersichtlich wird. Mit C' ist hierbei der Drehzahl-  
verlauf ohne die zusätzliche Druckabsenkung im abschalten-  
den Schaltelement und mit C der entsprechende Verlauf ohne  
Motorbefeuerung und Druckabsenkung bezeichnet.

10

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens  
zur Erhöhung der Spontaneität sieht vor, dass neben der  
Motorbefeuerung der Druck am abschaltenden Schaltelement  
gesenkt und der Druck am zuschaltenden Schaltelement erhöht  
15 wird, wie in Fig. 4 beispielhaft gezeigt. Hierbei ist der  
Druckverlauf der zuschaltenden Kupplung als Kurve F''' dar-  
gestellt. Durch diese Maßnahme wird die Reaktionszeit wei-  
ter verkürzt und auch der Synchronpunkt  $t_1$  früher er-  
reicht, wie es dem Drehzahlverlauf C''' zu entnehmen ist.

20



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Erhöhung der Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe, dadurch  
5 g e k e n n z e i c h n e t , dass mit dem Schaltbefehl oder unmittelbar danach, eine Motorbefeuerung vorgegeben wird, durch die ein Aufreißen des abschaltenden Schaltelementes und/oder eine Erhöhung des Drehzahlgradienten (Turbinendrehzahl) erzielt wird.  
10

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Motorbefeuerung über die Vorgabe einer einzustellenden Solldrehzahl oder über die Vorgabe eines einzustellenden Sollmotormoments erfolgt.  
15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Motorbefeuerung durch die Getriebesteuerung vorgegeben wird.  
20

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Motorbefeuerung bis zur maximal erreichbaren Volllastkurve durchführbar ist, wobei die einzustellende Solldrehzahl und das einzustellende Sollmotormoment in Abhängigkeit von der gewünschten Spontaneitätserhöhung vorgegeben werden.  
25

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass das Öffnen des Schaltelementes, welches die Drehzahl auf der alten Synchron Drehzahl hält, zur Absicherung einer ungewollten Übertragung der zusätzlichen angeforderten Motorbefeuerung auf den Abtrieb überwacht wird, wobei das Öffnen dieses  
30

Schaltelementes bis zu einer definierten Zeit nach Start der zusätzlichen Motorbefeuerung erfolgen soll und sich anschließend ein entsprechender Drehzahlgradient in Richtung neue Synchrondrehzahl einstellen soll.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass überwacht wird, ob sich eine sich stetig und in einem bestimmten Maße reduzierende Differenzdrehzahl zur neuen Synchrondrehzahl einstellt.

10

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zusätzliche Motorbefeuerung, wenn nicht eine weitere Schaltung ausgelöst wird, nicht über eine bestimmte Dauer über das Erreichen der neuen Synchrondrehzahl hinaus dauert.

15

8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Momentensignale für die unterschiedlichen Bestandteile des Schaltablaufs bzw. für das abschaltende und das zuschaltende Schaltelement entweder in einem Motorsteuergerät oder in einem Getriebesteuergerät unterschiedlich gebildet und dem jeweils anderen Steuergerät übermittelt werden.

20

25

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die tatsächlich ausgeführte zusätzliche Motorbefeuerung nicht an das abschaltende Schaltelement übermittelt wird oder bei der Drucksteuerung des abschaltenden Schaltelements unberücksichtigt bleibt.

30

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass die tatsächlich ausge-  
führte zusätzliche Motorbefeuerung an das zuschaltende  
Schaltelement übermittelt oder bei der Drucksteuerung des  
5 zuschaltenden Schaltelements berücksichtigt wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass zusätzlich  
zur Motorbefeuerung der Druck am abschaltenden Schaltele-  
10 ment abgesenkt wird, so dass das Öffnen desselben beschleu-  
nigt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass zusätzlich  
15 zur Motorbefeuerung der Druck am abschaltenden Schaltele-  
ment derart erhöht wird, dass ein Beschleunigungseinbruch  
am Abtrieb des Automatgetriebes reduziert wird.

13. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
20 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass zusätzlich  
zur Motorbefeuerung der Druck am zuschaltenden Schaltele-  
ment erhöht wird.

Zusammenfassung

5                    Verfahren zur Erhöhung der Spontanität von  
                    Überschneidungsschaltungen in einem Automatgetriebe

10                   Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der  
                    Spontaneität von Überschneidungsschaltungen in einem Auto-  
                    matgetriebe bei dem mit dem Schaltbefehl oder unmittelbar  
                    danach, eine Motorbefeuerung vorgegeben wird, durch die ein  
                    Aufreißen des abschaltenden Schaltelementes und/oder eine  
                    Erhöhung des Drehzahlgradienten (Turbinendrehzahl) erzielt  
                    wird.

15

Fig. 2